



①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

①⑫ Übersetzung der
europäischen Patentschrift

①⑨ EP 0 842 548 B 1

①⑩ DE 696 03 608 T 2

⑤ Int. Cl.⁷:
H 01 M 8/04
B 60 K 1/04

②①	Deutsches Aktenzeichen:	696 03 608.8
⑧⑥	PCT-Aktenzeichen:	PCT/CA96/00351
③⑨	Europäisches Aktenzeichen:	96 919 504.9
⑧⑦	PCT-Veröffentlichungs-Nr.:	WO 96/41393
⑧⑥	PCT-Anmeldetag:	29. 5. 1996
⑧⑦	Veröffentlichungstag der PCT-Anmeldung:	19. 12. 1996
⑨⑦	Erstveröffentlichung durch das EPA:	20. 5. 1998
⑨⑦	Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA:	4. 8. 1999
④⑦	Veröffentlichungstag im Patentblatt:	17. 8. 2000

③⑩ Unionspriorität:
473248 07. 06. 1995 US

⑦③ Patentinhaber:
DBB Fuel Cell Engines GmbH, 73230 Kirchheim, DE

⑧④ Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB, IT

⑦② Erfinder:
MUFFORD, Edward, W., Langley, B.C. V3A 2B1, CA;
STRASKY, Douglas, G., Vancouver, B.C. V6G 1Y1,
CA; GORBELL, Brian, N., North Vancouver, B.C. V7H
1K, CA

⑤④ TEMPERATURREGELUNGSSYSTEM FÜR EIN FAHRZEUG MIT BRENNSTOFFZELLENANTRIEB

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 696 03 608 T 2

DE 696 03 608 T 2

Technisches Gebiet

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Temperaturregelsystem für ein Kraftfahrzeug. Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung ein
5 Temperaturregelsystem für ein Kraftfahrzeug, das von einem Brennstoffzellensystem Energie erhält.

Allgemeiner Stand der Technik

Verbrennungsmotoren haben in hohem Maße zum Fortschritt der Gesellschaft beigetragen. Von diesen
10 Motoren angetriebene Fahrzeuge haben die Fahrzeiten zwischen uns verkürzt, indem sie Langstreckenreisen auf der Straße zur Routine machten. Derartige Motoren haben aber auch in hohem Maße zur Verschmutzung unserer Umwelt beigetragen. Die Verbrennung von
15 Mineralölerzeugnissen in diesen Motoren führt zu unerwünschten Nebenprodukten, wie zum Beispiel Kohlenmonoxiden, Kohlendioxiden, Schwefeldioxid, Stickstoffoxiden usw., die in die Atmosphäre abgelassen werden.

Durch alternative Energiequellen angetriebene Fahrzeuge sind in der Entwicklung. Eine derartige alternative Energiequelle ist die Brennstoffzelle. Brennstoffzellen erzeugen elektrische Energie durch zum Beispiel Reaktion von Wasserstoff und Sauerstoff. Die
25 erzeugte elektrische Energie wird zum Antrieb eines Elektromotors verwendet, der wiederum die Räder des Fahrzeugs antreibt. Das Produkt aus der chemischen Reaktion in einer Brennstoffzelle unter Verwendung von Wasserstoff und Sauerstoff ist Wasser - ein Produkt,
30 das für unsere Umwelt wesentlich ist und sich leicht entsorgen läßt.

Die Regelung der Temperatur der Brennstoffzelle spielt bei Fahrzeugen mit Brennstoffzellenantrieb eine große Rolle. Beispielsweise hängt die
35 Brennstoffzellenleistung (und manchmal -lebensdauer) von der Temperatur ab, mit der die Brennstoffzelle betrieben wird. Ohne ordnungsgemäße Temperaturregelung kann der Brennstoffzellenstapel den Elektromotor des Fahrzeugs möglicherweise nicht ausreichend mit Energie

09.03.00

versorgen und somit nicht die Leistungsgrade liefern, die von den Verbrauchern gefordert werden.

Merritt et al., US-Patent Nr. 5,366,821, offenbaren ein Brennstoffzellensystem mit einem
5 Kühlmittelkreislauf, der eine elektrische Spulenheizvorrichtung zum Erhöhen der Temperatur des Brennstoffzellenstapels auf Betriebstemperatur und Halten jener Temperatur aufweist (siehe Spalte 2. Zeilen 25 - 30 und Spalte 8, Zeile 50 - Spalte 9, Zeile 23).

10 Mizuno et al., US-Patent Nr. 5,193,635, offenbaren mehrere Ausführungsformen eines Räderfahrzeugs mit Brennstoffzellenantrieb.

Sanderson, US-Patent Nr. 3,507,702, offenbart ein kompaktes Brennstoffzellensystem, das einen
15 Kühlmittelkreislauf mit einer elektrischen Heizvorrichtung aufweist, um die Temperatur des Brennstoffzellenstapels auf Betriebstemperatur zu erhöhen und jene Temperatur zu halten (siehe Spalte 6, Zeilen 28 - 66).

20 Die Patent Abstracts Of Japan, Band 16, Nr. 230 (JA 04-043568) offenbaren eine Brennstoffzelle, die durch Proportionalsteuerung eines elektrischen Stromventils oder Steuerung der Geschwindigkeit einer Pumpe und eines Gebläses in einem Brennstoffzellen-
25 Kühlsystem eine stabile Steuerung der Kühlwassertemperatur gestattet und Wasserwärmerückgewinnung ohne wesentlichen Verlust fördert.

Die PCT/internationale Veröffentlichung Nr. WO
30 94/10716 (Anmeldung Nr. PCT/US93/10333) offenbart Brennstoffzellensysteme mit festem Polymer mit einem herkömmlichen Kühlmittel-Teilsystem, das sich durch den Brennstoffzellenstapel erstreckt.

Kurze Darstellung der Erfindung

35 Es wird ein Temperaturregelsystem für ein Kraftfahrzeug mit Brennstoffzellenantrieb offenbart, das das Halten der Temperatur der Brennstoffzelle in einem Temperaturbereich unterstützt, der für eine zufriedenstellende Brennstoffzellenleistung sorgt.

09.02.00

Gemäß einer ersten Ausführungsform des Systems enthält das System einen Elektromotor zum Antrieb des Fahrzeugs und mindestens einen Brennstoffzellenstapel zur Erzeugung elektrischer Energie für den Elektromotor.

5 Jeder Brennstoffzellenstapel ist mit einem Temperaturregelmittel versehen, das mindestens einen Wärmeübertragungsfluideinlaßkanal und mindestens einen Wärmeübertragungsfluidauslaßkanal zur Gestattung einer Strömung eines Wärmeübertragungsfluids, das im

10 folgenden als "Kühlmedium" oder "Kühlmittel" bezeichnet wird, durch den Brennstoffzellenstapel, enthält. Das Kühlmedium kann zur Erhöhung oder Senkung der Temperatur der Brennstoffzellen in dem Stapel verwendet werden. Weiterhin ist das System mit einem oder

15 mehreren Rohren oder einer oder mehreren Leitungen versehen, die außerhalb des Brennstoffzellenstapels verlaufen. Die Rohre oder Leitungen definieren einen Kühlmittelweg zur Beförderung des Kühlmediums, zum Beispiel Wasser, Glykol oder ein beliebiges anderes

20 Wärmeübertragungsmedium, von dem Kühlmittelauslaßkanal zum Kühlmiteleinlaßkanal des Brennstoffzellenstapels. Ein mit mindestens einer elektrischen Energiequelle verbundener Widerstand ist im Kühlmittelweg in Wärmeverbindung mit dem Kühlmedium angeordnet. Der

25 Widerstand kann zum Erhöhen der Temperatur des Kühlmediums verwendet werden, wenn die Temperatur der Brennstoffzellen im Stapel erhöht werden soll. Der Widerstand ist wahlweise in einem Gehäuse angeordnet. Der Widerstand kann über ein geeignetes

30 Stromaufbereitungssystem mit dem Elektromotor elektrisch verbunden werden, um beim Bremsen des Fahrzeugs rückgewonnene Energie abzuführen. Die vorhergehende Temperaturregelsystemtopologie weist mehrere vorteilhafte Aspekte auf. Erstens wird die bei

35 der Nutzbremmung erzeugte Wärmeenergie durch das Kühlmedium im Temperaturregelsystem abgeführt. Zweitens wird die rückgewonnene Bremsenergie in Wärme umgewandelt, die dem Kühlmedium zugeführt wird. Ein Erwärmen des Kühlmediums kann wünschenswert sein, um

05.02.00

den Brennstoffzellenstapel in einem ordnungsgemäßen Temperaturbereich zu halten, wenn das Kraftfahrzeug bei kühlen Umgebungstemperaturen betrieben wird, oder beim Starten.

5 Als Alternative oder zusätzlich dazu kann der Widerstand elektrisch so verbunden sein, daß er von einer externen Stromversorgung Strom erhält, und dient somit als Blockheizvorrichtung, die verhindert, daß das Brennstoffzellensystem einfriert, und ein Starten bei
10 kühlen Umgebungstemperaturen erleichtert.

Als Alternative oder zusätzlich zu einer oder beiden der obengenannten elektrischen Energiequellen kann Brennstoffzellenenergie zur Versorgung des Widerstands mit Strom verwendet werden.
15 Vorteilhafterweise kann Brennstoffzellenenergie zur Stromversorgung des Widerstands kurz nach dem Starten verwendet werden, um den Brennstoffzellenstapel in den bevorzugten Betriebstemperaturbereich zu bringen und die Brennstoffzellenleistung im Betrieb zu verbessern,
20 indem der Brennstoffzellenstapel insbesondere dann, wenn das Kraftfahrzeug bei kühlen Umgebungstemperaturen betrieben wird, im bevorzugten Temperaturbereich gehalten wird. Des weiteren kann Brennstoffzellenenergie vorteilhafterweise bei
25 Abschaltung durch den Widerstand abgeleitet werden, wodurch der Widerstand als Ableitwiderstand dient, der im Brennstoffzellenstapel verbleibende Betriebsmittel verbraucht und ein Abfallen der Stapelspannung bewirkt, so daß der Brennstoffzellenstapel in einem elektrisch
30 sicheren Zustand verbleibt. Des weiteren ergeben sich andere Vorteile aus der vorhergehenden Topologie.

Gemäß einer zweiten Ausführungsform des Systems enthält das System einen Elektromotor zum Antrieb des Fahrzeugs und mindestens einen Brennstoffzellenstapel
35 zur Erzeugung elektrischer Energie für den Elektromotor. Der Brennstoffzellenstapel ist mit mindestens einem Kühlmittelinlaßkanal und Kühlmittelauslaßkanal versehen. Es sind ein(e) oder mehrere Rohre oder Leitungen außerhalb des

09.02.00

Brennstoffzellenstapels vorgesehen, die einen Kühlmittelweg zur Beförderung eines Kühlmediums von dem Kühlmittelauslaßkanal zum Kühlmittleinlaßkanal des Brennstoffzellenstapels definieren. Das Kühlmedium wird
5 von einer Hauptkühlmittelpumpe, die im Kühlmittelweg angeordnet ist, durch den Kühlmittelweg gepumpt. Wärmeabführung aus dem Kühlmedium wird durch einen im Kühlmittelweg angeordneten Kühler und wahlweise eine
10 Luftströmungsvorrichtung, die einen Kühlluftstrom über den Kühler bereitstellt, um das Kühlmedium abzukühlen, erleichtert. Die Hauptkühlmittelpumpe und die Luftströmungsvorrichtung sind unabhängig voneinander steuerbar. Eine solche unabhängige Steuerung der Kühlmittelpumpe und des Luftstromes über den Kühler
15 sorgt für einen hohen Grad an Kühlmitteltemperatur- und infolgedessen Brennstoffzellentemperaturregelung.

Gemäß einer dritten Ausführungsform des Systems enthält das System mindestens einen Brennstoffzellenstapel zur Erzeugung elektrischer
20 Energie. Der Brennstoffzellenstapel ist mit mindestens einem Kühlmittleinlaßkanal und Kühlmittelauslaßkanal versehen. Es sind ein(e) oder mehrere Rohre oder Leitungen außerhalb des Brennstoffzellenstapels vorgesehen, die einen Kühlmittelweg zur Beförderung
25 eines Kühlmediums von dem Kühlmittelauslaßkanal zum Kühlmittleinlaßkanal des Brennstoffzellenstapels definieren. Ein Temperaturfühler ist zur Messung der Temperatur des Kühlmediums vorzugsweise nahe dem Kühlmittelauslaß- oder -einlaßkanal des
30 Brennstoffzellenstapels angeordnet, und wahlweise ist ein Stromgeber zur Messung von aus dem Brennstoffzellenstapel fließenden elektrischen Strom angeordnet. Ein Steuerkreis ist vorgesehen, der mindestens eine Vorrichtung enthält, die im
35 Kühlmittelweg zur Vergrößerung oder Verminderung der Wärmeübertragung zwischen dem Kühlmedium und dem Brennstoffzellenstapel angeordnet ist. Der Steuerkreis reagiert auf die Kühlmitteltemperatur, die von dem Temperaturfühler gemessen wird, und wahlweise auf den

05.02.00

aus dem Brennstoffzellenstapel gezogenen Strom, der von dem Stromgeber gemessen wird, zur Vergrößerung oder Verminderung der Wärmeübertragung. Auf diese Weise weist das System die Vorteile auf, die sich bei der Verwendung der Kühlmitteltemperatur als Basis zur Steuerung der Wärmeübertragung, während das System aber noch auf Temperaturänderungen reagiert, die durch schnell schwankende Leistungsanforderungen an den Brennstoffzellenstapel verursacht werden, ergeben.

10 Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Figur 1 ist ein schematisches Blockdiagramm einer Ausführungsform eines Temperaturregelsystems gemäß den Lehren der Erfindung.

15 Figur 2 ist ein schematisches Blockdiagramm eines Steuerkreises, der zur Steuerung der Wärmeübertragung auf das und von dem Kühlmittel im System nach Figur 1 verwendet wird.

Figur 3 ist ein schematisches Blockdiagramm einer Ausführungsform eines Wasserstoff- und Oxidationsmittel- oder Luftversorgungssystems, das sich zur Verwendung in dem System nach Figur 1 eignet.

20 Figur 4 ist eine Seitenansicht einer Ausführungsform eines Bremswiderstands und dazugehörigen Gehäuses, die sich zur Verwendung in dem System nach Figur 1 eignen.

25 Ausführliche Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen

In Figur 1 wird bei 10 ein Temperaturregelsystem gezeigt. Bei der dargestellten Ausführungsform wird das Temperaturregelsystem 10 in Verbindung mit einem Kraftfahrzeugsystem verwendet, das einen elektrischen Antriebsmotor 15 enthält, der zum Antrieb von zum Beispiel den Rädern 20 des Fahrzeugs über ein Getriebe 25 angeschlossen ist. Der Elektromotor 15 erhält über zum Beispiel einen GS-Übersetzungsstromrichter 35 und einen Wechselrichter 40 von einem Brennstoffzellenstapel 30 elektrische Energie.

Bei dem Brennstoffzellenstapel 30 kann es sich um einen oder mehrere Brennstoffzellenstapel handeln,

09.02.00

wie zum Beispiel um einen Brennstoffzellenstapel mit festem Polymer als Elektrolyt, der von Ballard Power Systems Inc. aus North Vancouver, B.C., Kanada, erhältlich ist. Der Brennstoffzellenstapel 30 enthält
5 einen Kühlmittelleinlaßkanal 45 und einen Kühlmittelauslaßkanal 50. Ein Kühlmedium, wie zum Beispiel Wasser, strömt von dem Kühlmittelleinlaßkanal 45 durch den Brennstoffzellenstapel 30 und tritt aus dem Kühlmittelauslaßkanal 50 heraus, was zu einem
10 Wärmeaustausch zwischen dem Kühlmedium und dem Brennstoffzellenstapel 30 führt. Eine Regelung der Temperatur des Brennstoffzellenstapels 30 hängt von der Temperatur des Kühlmediums und der Durchflußrate des Kühlmediums durch den Brennstoffzellenstapel 30 ab.

15 Mehrere Kühlmediumleitungen oder -rohre 55 definieren einen Kühlmittelweg, über den das Kühlmedium zwischen dem Kühlmittelauslaßkanal 50 des Brennstoffzellenstapels 30 und dem Kühlmittelleinlaßkanal 45 strömt. Beim Austritt aus dem
20 Kühlmittelauslaßkanal 50 trifft das Kühlmedium auf ein Kühlmittelumgehungssystem 60, das durch die Pumpe 65 einem Teil des Kühlmediums eine Abzweigung von dem Kühlmittelweg zum Fahrerhaus des Fahrzeugs zur Erwärmung des Fahrzeug-Fahrerhauses gestattet. Das
25 Kühlmittelumgehungssystem 60 kann praktisch an beliebiger Stelle im Kühlmittelweg angeordnet werden.

Als nächstes trifft das Kühlmedium auf einen Widerstand 70, der in einem abgedichteten Gehäuse 75 angeordnet ist. Der Widerstand 70 kann rückgewonnene
30 Energie ableiten, die er von dem Elektromotor 15 erhält, wenn der Elektromotor 15 verlangsamt oder angehalten wird. Rückgewonnene Energie vom Motor 15 wird über den Wechselrichter 40 zu einer Sammelschiene 80 und von dort zu einem GS-Untersetzungsstromrichter
35 85 weitergeleitet, der wiederum die Stromversorgung des Widerstands 70 reguliert.

Der Widerstand 70 steht mit dem Kühlmedium in Wärmeverbindung. Die Anordnung des Widerstands 70 im Kühlmittelweg auf die dargestellte Weise weist somit

09.02.00

mehrere vorteilhafte Aspekte auf. Erstens wird die durch die Nutzbremmung erzeugte Energie innerhalb des Temperaturregelsystems durch das durch den Kühlmittelweg strömende Kühlmedium abgeführt. Zweitens
5 wird rückgewonnene Bremsenergie in Wärme umgewandelt, die dem Kühlmedium zugeführt wird. Ein Erwärmen des Kühlmediums kann wünschenswert sein, um den Brennstoffzellenstapel bei kühlen Umgebungs-
Betriebsbedingungen in einem ordnungsgemäßen
10 Betriebstemperaturbereich zu halten. Der Widerstand 70 kann so angeschlossen werden, daß er von einer externen Stromversorgung, zum Beispiel einem externen Stromkreis 90, Strom erhält, wodurch der Widerstand als Blockheizvorrichtung, die ein Einfrieren des
15 Brennstoffzellenstapels 30 verhindert und Starten bei kaltem Wetter erleichtert, fungieren kann. Brennstoffzellenenergie vom Brennstoffzellenstapel 30 kann auch zur Versorgung des Widerstands 70 mit Strom verwendet werden. Vorteilhafterweise kann
20 Brennstoffzellenenergie zur Stromversorgung des Widerstands kurz nach dem Starten verwendet werden, um den Brennstoffzellenstapel 30 in den bevorzugten Betriebstemperaturbereich zu bringen und die Brennstoffzellenleistung im Betrieb zu verbessern,
25 indem der Brennstoffzellenstapel 30 insbesondere dann, wenn das Kraftfahrzeug bei kühlen Umgebungstemperaturen betrieben wird, im bevorzugten Temperaturbereich gehalten wird. Des weiteren kann Brennstoffzellenenergie vorteilhafterweise bei
30 Abschaltung durch den Widerstand 70 abgeleitet werden, wodurch der Widerstand als Ableitwiderstand dient, der im Brennstoffzellenstapel 30 verbleibende Betriebsmittel verbraucht und ein Abfallen der Stapelspannung bewirkt, so daß der
35 Brennstoffzellenstapel in einem elektrisch sicheren Zustand verbleibt. Des weiteren ergeben sich andere Vorteile aus der vorhergehenden Topologie.

Als nächstes trifft das von dem Widerstandsgehäuse 75 strömende Kühlmedium auf ein

08.02.00

Umgehungsventil 100, das Kühlmittelströmung zu einem Kühler 105 und einem Kühlerumgehungsweg 110 steuert. Bei dem Umgehungsventil 100 kann es sich um ein Ventil jener Art handeln, die Strömung ausschließlich zu
5 entweder dem Kühlerumgehungsweg 110 oder dem Kühler 105 leitet, oder das Ventil kann vorzugsweise jener Art sein, die zur Teilung der Strömung zwischen dem Weg 110 und dem Kühler 105 angesteuert werden kann. Durch Verwendung des Umgehungsventils 100 in der
10 dargestellten Topologie wird eine effektivere Steuerung der Kühlmitteltemperatur, insbesondere bei niedrigen Umgebungstemperaturen, erleichtert. Bei solchen niedrigen Umgebungstemperaturen kann das Medium, wenn es durch den Kühler 105 strömen kann,
15 unerwünschterweise abgekühlt werden und dadurch die Temperatur des Brennstoffzellenstapels 30 unter die effizienteste Betriebstemperatur senken. Stattdessen gestattet das Umgehungsventil 100, daß das Kühlmedium den Kühler 105 umgeht und dadurch seine Wärmeenergie
20 behält. Ebenso kann das Umgehungsventil 100 das Kühlmedium vollständig durch den Kühler leiten, wenn das System bei höheren Umgebungstemperaturen betrieben wird. Bei Verwendung eines verstellbaren Ventils kann das Umgehungsventil 100 auf veränderliche Weise so
25 eingestellt werden, daß es die gewünschten Strömungsanteile zwischen dem Kühlerumgehungsweg 110 und dem Kühler 105 leitet.

Durch den Kühler 105 strömendes Kühlmittel wird durch Luftstrom über den Kühler 105 gekühlt. Eine
30 Steuerung des Luftstromes kann zum Beispiel durch Verwendung eines geschwindigkeitsgeregelten Gebläses 115 und/oder einer verstellbaren Klappe 120, die nahe dem Kühler 105 angeordnet sind, erreicht werden. Wenn die Temperatur des Kühlmediums erhöht werden soll, kann
35 das Gebläse 115 auf eine geringe Geschwindigkeit eingestellt oder ausgestellt werden, und die Klappe 120 kann zum Beispiel geschlossen werden. Derartige Einstellungen minimieren den Luftstrom über den Kühler 105 und vermindern jegliche Kühlwirkung, die

bereitgestellt wird, wenn das Kühlmedium durch den Kühler geführt wird. Wenn die Temperatur des Kühlmediums verringert werden soll, kann das Gebläse 115 auf eine hohe Geschwindigkeit eingestellt werden, und die Klappe 120 kann vollständig geöffnet werden. Derartige Einstellungen vergrößern den Luftstrom über den Kühler 105, um eine Kühlung des durch den Kühler 105 strömenden Kühlmediums bereitzustellen.

Aus entweder dem Kühler 105 oder dem Umgehungsweg 110 austretendes Kühlmittel trifft bei Verzweigung 125 auf den Hauptkühlmittelweg. Das Kühlmedium wird durch eine Hauptkühlmittelpumpe 130 durch den Kühlmittelweg gepumpt. Die Durchflußrate des Kühlmediums wird von einem Durchflußgeber 135 erfaßt. Nach dem Durchströmen der Hauptkühlmittelpumpe 130 schließt sich der Kühlmediumkreis beim Kühlmittleinlaßkanal 45 des Brennstoffzellenstapels 30.

Bei der Hauptkühlmittelpumpe 130 kann es sich um eine geschwindigkeitsgeregelte Pumpe handeln. Durch die Steuerung der Geschwindigkeit der Hauptkühlmittelpumpe 130 wird eine Regelung der Temperatur des Kühlmediums und infolgedessen der Temperatur des Brennstoffzellenstapels 30 erleichtert. Bei einer bevorzugten Ausführungsform des dargestellten Systems erzeugt der Brennstoffzellenstapel 30 elektrische Energie aus der elektrochemischen Reaktion von Wasserstoff und Sauerstoff. Wasserstoff wird dem Brennstoffzellenstapel 30 von einem Wasserstoffversorgungssystem 145 durch eine oder mehrere Gasleitungen 140 zugeführt. Restwasserstoff wird durch eine oder mehrere Gasleitungen 150 an das Wasserstoffversorgungssystem 145 zurückgeführt. Ein sauerstoffhaltiger Strom wird dem Brennstoffzellenstapel 30 von einem Oxidationsmittelversorgungssystem 160 durch eine oder mehrere Gasleitungen 155 zugeführt. Restoxidationsmittel wird durch eine oder mehrere Gasleitungen 165 an das Oxidationsmittelversorgungssystem 160 zurückgeführt.

08.02.00

Eine reine Sauerstoffversorgung ist allgemein nicht notwendig. Das Oxidationsmittelversorgungssystem 160 könnte dem Brennstoffzellenstapel 30 auch zum Beispiel Druckluft oder sauerstoffangereicherte Luft zuführen.

- 5 Das Wasserstoffversorgungssystem 145 kann zum Beispiel im wesentlichen reinen Wasserstoff oder einen wasserstoffhaltigen Strom, wie zum Beispiel einen Reformatstrom, zuführen. Andere Brennstoffzellenreaktionen sind ebenfalls zur Verwendung mit dem
- 10 dargestellten Temperaturregelsystem 10 geeignet, wobei die eingesetzten Betriebsmittelversorgungssysteme von der verwendeten Brennstoffzellenreaktion abhängig sind.

- Das Produkt der Wasserstoff/Sauerstoff-Reaktion im Brennstoffzellenstapel 30 ist Wasser. Wenn dies der
- 15 Fall ist, kann das beim Temperaturregelsystem verwendete Kühlmedium einen Teil des Produktwassers enthalten. Dann kann das Temperaturregelsystem vorteilhafterweise mit einem Produktwasserauffangsystem integriert sein, wie bei der dargestellten
- 20 Ausführungsform 10 gezeigt. Als Alternative dazu kann das Kühlmedium in einem getrennten geschlossenen Kreislauf zirkuliert werden und kann Wasser, Glykol oder ein beliebiges geeignetes Wärmeübertragungsfluid sein. Bei der dargestellten Ausführungsform des Systems
- 25 ist Wasser das Kühlmedium.

- Bei der dargestellten Ausführungsform werden Systeme eingesetzt, um die Verfügbarkeit des Produktwassers auszunutzen. Ein Wasserspeichersystem 170 wird zur Speicherung von durch das
- 30 Brennstoffzellensystem erzeugtem Produktwasser verwendet. Der wesentliche Teil des Wasserspeichersystems 170 ist ein Wasserbehälter 175. Der Wasserbehälter 175 ist über Leitungen 180 und 185 zur Aufnahme von aus dem Wasserstoffversorgungssystem
- 35 145 bzw. dem Oxidationsmittelversorgungssystem 160 aufgefangenem Produktwasser verbunden. Ein geeigneter Abscheider, der zum Auffangen von Produktwasser in den Betriebsmittelversorgungssystemen verwendet werden kann, enthält einen Air Liquid Drainer

(Luftflüssigkeitsabscheider), Modell Nr. 1-LDC, der von Armstrong Machine Works, Three Rivers, Michigan, USA, erhältlich ist. Des weiteren ist der Wasserbehälter 175 zur Aufnahme von Überlaufwasser aus dem Kühler 105 durch ein Rückschlagventil 190 verbunden. Der Wasserbehälter 175 kann auch mit Wasser aus einer externen Quelle vorbeschickt worden sein.

Wasser wird dem Kühlmittelweg bei Bedarf durch ein Wasserpumpensystem 200 und ein Wasserfiltersystem 205 zugeführt. Das Wasserpumpensystem 200 enthält eine Wasserpumpe 210. Die Wasserpumpe 210 enthält einen Einlaß, der durch eine Leitung 215 mit dem Produktwasserbehälter 175 verbunden ist. Wenn der Wasserspiegel im Kühler 105 unter eine vorbestimmte Höhe, die von einem Füllstandsfühler 195 erfaßt wird, fällt, wird die Wasserpumpe 210 zum Pumpen von Wasser von dem Wasserbehälter 175 zu dem Hauptkühlmittelweg betätigt. Ein Auslaß der Wasserpumpe 210 ist über die Leitung 220 mit dem Einlaß des Wasserfiltersystems 205 verbunden. Die Wasserpumpe 210 steuert Wasserströmung von dem Wasserbehälter 175 zu dem Wasserfiltersystem 205.

Das Wasserfiltersystem 205 filtert Wasser von dem Wasserbehälter 175 zur Verwendung als das Kühlmedium. Des weiteren kann es zum Filtern von Wasser aus dem Kühlmittelweg 55 verwendet werden. Das Filtersystem 205 kann einen Teilchenfilter 225, einen Kohlefilter 230 und einen Deionisierfilter 235 enthalten, die in Reihe geschaltet sind. Ein Rückschlagventil 240 verhindert eine Rückströmung von Kühlmittel von dem Hauptkühlmittelweg zu dem Wasserbehälter und leitet Wasser von dem Wasserbehälter 175 zu den Filtern 225, 230 und 235. Eine dimensionierte Drossel 245 steuert die Wasserströmung von dem Kühlmittelweg 55 zu den Filtern. Beispielsweise kann die Drossel so dimensioniert sein, daß ca. zehn Prozent des durch den Kühlmittelweg strömenden Wassers zur Filterung durch das Filtersystem 205 umgeleitet wird.

Das Temperaturregelsystem nach der vorhergehenden Topologie kann auf verschiedene Weise gesteuert werden. Ein Steuerkreis ist in Figur 2 dargestellt. Bei der dargestellten Ausführungsform wird

5 eine speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) 250 oder eine andere Verarbeitungseinheit zur Erfassung verschiedenster Eingangssignale verwendet, die wiederum zur Bereitstellung von Ausgangssignalen verwendet werden, welche verschiedene Systemkomponenten auf eine

10 Weise ansteuern, die die Temperatur des Brennstoffzellenstapels 30 zu ihrem optimalen Betriebstemperaturbereich führt und weiterhin den Brennstoffzellenstapel 30 in diesem Temperaturbereich hält, nachdem er erreicht worden ist.

15 Temperaturfühler 255 und 265 sind zur Erfassung der Temperatur des Kühlmediums an verschiedenen Stellen entlang dem Kühlmittelweg angeordnet. Der Temperaturfühler 255 ist zur Messung der Kühlmediumtemperatur nahe dem Kühlmittelauslaßkanal 50

20 des Brennstoffzellenstapels 30 angeordnet und sendet ein die erfaßte Temperatur anzeigendes Signal auf einer oder mehreren Leitungen 275 zu der SPS 250. Des weiteren ist ersichtlich, daß der Temperaturfühler 255 ebenfalls zur Messung der Kühlmediumtemperatur am

25 Kühlmittleinlaßkanal 45 angeordnet werden kann. Der Temperaturfühler 265 ist zur Messung der Kühlmitteltemperatur von den Kühler 105 verlassendem Kühlmedium angeordnet und sendet ein die erfaßte Temperatur anzeigendes Signal auf einer oder mehreren

30 Leitungen 280 zu der SPS 250.

Bei dem Temperaturregelsystem 10 können auch andere Geber/Fühler verwendet werden. Der Füllstandsfühler 195 ist zur Überwachung des Kühlmediumspiegels im Kühler 105 angeordnet und sendet

35 ein den erfaßten Spiegel anzeigendes Signal auf einer oder mehreren Leitungen 295 an die SPS 250. Der Durchflußgeber 135 ist zur Messung des am Kühlmittleinlaßkanal 45 in den Brennstoffzellenstapel 30 eintretenden Kühlmediumflusses angeordnet und sendet

ein die Durchflußrate anzeigendes Signal auf einer oder mehreren Leitungen 300 an die SPS 250. Ein Stromgeber 305 ist zur Erfassung elektrischen Stromflusses von dem Brennstoffzellenstapel 30 angeordnet.

5 Die SPS 250 verwendet ein oder mehrere der erfaßten Signaleingaben zur Steuerung verschiedener Vorrichtungen, die die Temperatur des zum Brennstoffzellenstapel 30 strömenden Kühlmediums entweder erhöhen oder verringern können. Die SPS 250
10 kann ein Signal auf einer oder mehreren Leitungen 310 zu einem Wechselrichter 315 senden, um die Geschwindigkeit der Hauptkühlmittelpumpe 130 zu steuern. Ein anderer Wechselrichter 320 erhält ein Steuersignal auf einer oder mehreren Leitungen 325 von
15 der SPS 250, um die Geschwindigkeit des Kühlergebläses 115 zu steuern. Die Untersetzungsstromrichterschaltung 85 erhält von der SPS 250 auf einer oder mehreren Leitungen 330 ein Steuersignal, um die Menge an rückgewonnener Bremsenergie zu steuern, die von dem
20 Widerstand 70 abgeleitet wird, welcher zur Erwärmung des Kühlmediums verwendet werden kann, und des weiteren, wie oben erwähnt, durch den externen Stromkreis 90 oder durch von dem Brennstoffzellenstapel 30 zugeführte Energie gespeist werden kann. Die Klappe
25 120 erhält auf einer oder mehreren Leitungen 335 ein Steuersignal zur Steuerung des Öffnens und Schließens der Klappe 120, die wiederum ein Signal auf einer oder mehreren Leitungen 340 an die SPS 250 senden kann, die die Position der Klappe 120 anzeigt. Des weiteren
30 liefert die SPS 250 ein Steuersignal auf einer oder mehreren Leitungen 345 an das Kühlerumgehungsventil 100, um den Kühlmediumstrom zwischen dem Kühler 105 und dem Kühlerumgebungsweg 110 einstellbar zu teilen. Das Kühlerumgehungsventil 100 kann auf einer oder mehreren
35 Leitungen 350 ein Signal an die SPS 250 liefern, das die Position des Umgehungsventils 100 anzeigt.

Im Betrieb stellt der Temperaturfühler 255 die Hauptanzeige der Betriebstemperatur des Brennstoffzellenstapels 30 dar. Die von dem

Temperatursensor 255 erfaßte Temperatur wird von der speicherprogrammierbaren Steuerung 250 zur Bestimmung des Erwärmungs- oder Kühlungsgrades des Kühlmediums verwendet, der erforderlich ist, um die Temperatur des Brennstoffzellenstapels in ihrem optimalen Betriebsbereich zu halten. Obwohl durch die Anordnung des Temperaturfühlers 255 in dem Kühlsystem eine Anzeige der Betriebstemperatur des Brennstoffzellenstapels bereitgestellt wird, reagiert er nicht auf örtliche Temperaturänderungen im Brennstoffzellenstapel 30, die durch schnell schwankende Leistungsanforderungen an den Brennstoffzellenstapel verursacht werden. Demgemäß wird der Stromgeber 305 zur Messung von dem Brennstoffzellenstapel 30 fließendem elektrischen Strom verwendet und sendet ein den gemessenen Strom anzeigendes Signal auf einer oder mehreren Leitungen 355. Durch Überwachung des Stromflusses von dem Brennstoffzellenstapel 30 wird eine schnelle Erfassung von Leistungsschwankungen möglich, bevor die Schwankung zu einer bedeutenden Änderung der Betriebstemperatur des Brennstoffzellenstapels 30 führt. Bei Erfassung einer Leistungsschwankung kann die speicherprogrammierbare Steuerung 250 Schritte zur Kühlung des Kühlmediums oder Erhöhung seiner Temperatur durchführen, um die vorhergesagte Erhöhung oder Verringerung der Betriebstemperatur des Brennstoffzellenstapels 30 auszugleichen.

Wenn die SPS 250 eine Erhöhung der Brennstoffzellentemperatur über ihren optimalen Bereich durch zum Beispiel Erfassung einer Erhöhung der durch den Temperaturfühler 255 gefühlten Temperatur erfaßt, kann die SPS 250 durch Ergreifen einer oder mehrerer der folgenden Maßnahmen die Temperatur des Kühlmediums verringern: (1) Vergrößern des Luftstromes über den Kühler 105 durch Erhöhen der Geschwindigkeit des Gebläses 115, (2) Vergrößern des Luftstromes über den Kühler 105 durch Öffnen der Luftklappe 120, (3) Erhöhen der Geschwindigkeit der Hauptkühlmittelpumpe 130 und

- (4) Verstellen des Umgehungsventils 100, um mehr Kühlmittelstrom durch den Kühler 105 zu leiten. Ebenso, wenn die SPS 250 eine Verringerung der Brennstoffzellentemperatur unter ihren optimalen Bereich erfaßt, kann die SPS 250 durch Ergreifen einer oder mehrerer der folgenden Maßnahmen die Temperatur des Kühlmediums erhöhen: (1) Verkleinern des Luftstromes über den Kühler 105 durch Verringern der Geschwindigkeit oder Abstellen des Gebläses 115, (2) Verkleinern des Luftstromes über den Kühler 105 durch Schließen der Klappe 120, (3) Verringern der Geschwindigkeit der Hauptkühlmittelpumpe 130, (4) Ansteuern des Untersetzungsstromrichters 85 zur Erhöhung der von dem Bremswiderstand 70 abgeleiteten Energiemenge und (5) Verstellen des Umgehungsventils 100, um mehr Kühlmittelstrom durch den Kühlerumgehungsweg 110 zu leiten.

Die Temperaturfühler 255 und 265 und der Durchflußgeber 135 können zur Rückkopplung an die SPS 250, die bestimmte von der SPS 250 ergriffene Maßnahmen anzeigt, verwendet werden. Beispielsweise gibt der Temperaturfühler 265 Rückkopplung über die Auswirkung von Geschwindigkeitsänderungen des Gebläses 115 und des Öffnens oder Schließens der Klappe 120 auf die Temperatur des Kühlmediums. Der Temperaturfühler 255 gibt unter anderem Rückkopplung über die Auswirkung des Zustands des Umgehungsventils 100 auf die Temperatur des Kühlmediums. Der Durchflußgeber 135 gibt Rückkopplung bezüglich Änderungen der Geschwindigkeit der Hauptkühlmittelpumpe 130.

Des weiteren kann der Kühlmediumspiegel im Kühlmittelweg von der SPS 250 gesteuert werden. Dazu ist der Füllstandsfühler 195 zur Lieferung eines Signals an die SPS 250 verbunden, das die Höhe des Kühlmediumspiegels in zum Beispiel dem Kühler 105 anzeigt. Wenn der erfaßte Spiegel unter einen vorbestimmten Wert fällt, kann die SPS 250 durch einen Wechselrichter 375 auf einer oder mehreren Leitungen 380 die Wasserpumpe 210 betätigen, um Wasser von dem

Wasserbehälter 175 zu dem Filtersystem 205 zu leiten. Das Filtersystem 205 filtert das Wasser aus dem Wasserbehälter und führt das Wasser an Verzweigung 385 zu dem Hauptkühlmittelweg. Wenn der Spiegel über die Höhe eines mit dem Rückschlagventil 190 verbundenen Kanals ansteigt, fließt Kühlmedium zur Speicherung zum Wasserbehälter 175. Wenn der Kühlmediumspegel im Wasserbehälter 175 die Überlaufhöhe überschreitet, verläßt es das System über die Überlaufleitung 400.

Das Wasserstoffversorgungssystem 145 und das Oxidationsmittelversorgungssystem 160 können jeweils auf verschiedenste Weise implementiert sein. In Figur 3 wird eine zur Verwendung in dem System nach Figur 1 geeignete Ausführungsform dargestellt. Andere Ausführungsformen dieser Systeme sind ebenfalls zur Verwendung geeignet, ohne daß von dem Schutzbereich der vorliegenden Erfindung abgewichen wird.

Wie in Figur 3 dargestellt, werden das Wasserstoffversorgungssystem 145 und das Oxidationsmittelversorgungssystem 160 (bei der dargestellten Ausführungsform handelt es sich bei Oxidationsmittel um Luft) von der SPS 250 gesteuert. Die SPS 250 erfaßt die Position des Gaspedals 500 durch zum Beispiel Überwachung der Spannung am Knoten 505 der Spannungsteilerschaltung 510. Die Spannungsteilerschaltung 510 ist so mit dem Gaspedal 500 verbunden, daß sich der Widerstand des Widerstands 515 mit der Position des Pedals 500 ändert, wodurch an Knoten 505 ein entsprechender Spannungspegel erzeugt wird.

Die SPS 250 reagiert auf den an Knoten 505 erfaßten Spannungspegel und erzeugt auf den Leitungen 520 und 525 Steuerausgangssignale für das Luftversorgungssystem 160 bzw. das Wasserstoffversorgungssystem 145. Diese Signale werden zur Steuerung von zum Beispiel Pumpen in den Versorgungssystemen 145 und 160 zur Regelung des Betriebsmittelstromes zu dem Brennstoffzellenstapel 30 verwendet, wodurch ein Reagieren des

Brennstoffzellenstapels auf den Leistungsbedarf des Fahrzeugs gestattet wird. Des weiteren reagiert die SPS 250 auf den Spannungspegel an Knoten 505 zur Steuerung des Wechselrichters 40, um die Steuerung des Elektromotors 15 zu erleichtern. Durch die Fühler 540, 555, 560 und 565 erfolgt eine Rückkopplung des Druckes des Wasserstoffes und des Druckes, der Temperatur und der Durchflußrate der Luft an die SPS 250. Bei der in Figur 3 gezeigten Ausführungsform wird durch einen nachfüllbaren Wasserstoffbehälter 570 dem Wasserstoffversorgungssystem Wasserstoff zur Verfügung gestellt.

In Figur 4 wird eine Ausführungsform eines Widerstands 70 und eines dazugehörigen Gehäuses 75 dargestellt, die zur Verwendung in dem System nach Figur 1 geeignet sind. Wie dargestellt, enthält der Widerstand 70 einen Kappenteil 580, der durch Befestigungselemente 583 mit einem Körperteil 582 verbunden ist. Zwischen dem Körperteil 582 und der Kappe 580 ist eine Dichtung 584 angeordnet. Der Kappenteil 580 nimmt die elektrischen Anschlüsse von dem GS-Untersetzungstromrichter 85 auf, die elektrischen Strom von ihm zu den Widerstandselementen 585 leiten. Die Widerstandselemente 585 sind in dem Gehäuse 75 angeordnet und in Kontakt mit Kühlmittel platziert, das an Einlaß 590 in das Gehäuse 75 eintritt und an Auslaß 595 das Gehäuse verläßt. Der Kappenteil 580 und die Widerstandselemente 585 können zum Beispiel ein Tauchsieder sein, der von Ogden Manufacturing Company aus Arlington Heights, Illinois, USA, erhältlich ist.

Beispielsweise können die folgenden Komponenten bei dem offenbarten System verwendet werden:

Temperaturfühler (255, 560)	100 Ohm Platin, Teilnr. REB5310T, erhältlich von Novatec Process Systems, Inc. aus Langley, British Columbia
--------------------------------	--

Hauptkühlmittelpumpe (130)	Fybroc 1530, erhältlich von Plad Equipment Coquitlam, British Columbia
Motoren	U.S. Electric Motors, Modell B071A (3,0 PS)
Füllstandsfühler	Omega LV 90
Ventil (100)	Dreiwege-Kugelventil, erhältlich von PBM, Inc. aus Irwin, PA, USA
Stellglied (120)	Modell TA400-10, erhältlich von True-Torq, Inc. aus Blanchester, OH, USA

Obwohl bestimmte Elemente, Ausführungsformen und Anwendungen der vorliegenden Erfindung gezeigt und beschrieben wurden, ist die Erfindung natürlich nicht

5 darauf beschränkt, da von Fachleuten insbesondere in Anbetracht der vorhergehenden Lehren Modifikationen durchgeführt werden können. Deshalb sollen die beigefügten Ansprüche derartige Modifikationen

10 umfassen, die jene Merkmale enthalten, die im Schutzbereich der Erfindung liegen.

ANSPRÜCHE

1. Temperaturregelsystem (10) für ein Elektromotorfahrzeug, wobei das System folgendes umfaßt:
 - 5 (a) einen Elektromotor (15) zum Antrieb des Fahrzeugs;
 - (b) einen Brennstoffzellenstapel (30) zur Versorgung des Elektromotors (15) mit elektrischer Energie, wobei der Brennstoffzellenstapel (30)
 - 10 mindestens einen Kühlmittleinlaßkanal (45) und mindestens einen Kühlmittelauslaßkanal (50) aufweist;
 - (c) mindestens eine externe Leitung zu dem Brennstoffzellenstapel (30), die einen Kühlmittelweg (55) zur Beförderung eines Kühlmediums von dem
 - 15 mindestens einen Kühlmittelauslaßkanal (50) zu dem mindestens einen Kühlmittleinlaßkanal (45) des Brennstoffzellenstapels (30) definiert;
 - (d) einen mit dem Kühlmedium in Wärmeverbindung stehenden Widerstand (70) zum Erwärmen des Kühlmediums,
 - 20 wobei der Widerstand (70) mit mindestens einer elektrischen Energiequelle verbunden ist,
 - wobei die mindestens eine elektrische Energiequelle vom Bremsen des Fahrzeugs abgeleitete, rückgewonnene elektrische Energie umfaßt.
- 25 2. Temperaturregelsystem nach Anspruch 1, weiterhin mit einem Widerstandsgehäuse (75), das einen Kühlmittleinlaß und einen Kühlmittelauslaß aufweist, wobei der Widerstand (70) in dem Widerstandsgehäuse (75) angeordnet ist.
- 30 3. Temperaturregelsystem nach Anspruch 1, wobei das System weiterhin ein Mittel zur Versorgung des Widerstands (70) mit einer kontrollierten Menge rückgewonnener elektrischer Energie umfaßt.
4. Temperaturregelsystem nach Anspruch 1, bei dem
- 35 die mindestens eine elektrische Energiequelle weiterhin eine externe Stromversorgung umfaßt.
5. Temperaturregelsystem nach Anspruch 1, bei dem die mindestens eine elektrische Energiequelle weiterhin

von dem Brennstoffzellenstapel (30) erzeugte elektrische Energie umfaßt.

6. - Temperaturregelsystem nach Anspruch 1, bei dem die mindestens eine elektrische Energiequelle weiterhin eine externe Stromversorgung und von dem Brennstoffzellenstapel (30) erzeugte elektrische Energie umfaßt.

7. Temperaturregelsystem nach Anspruch 1, weiterhin mit einer in dem Kühlmittelweg angeordneten Kühlmittelpumpe (130).

8. Temperaturregelsystem nach Anspruch 7, weiterhin mit einem im Kühlmittelweg (55) angeordneten Kühler (105).

9. Temperaturregelsystem nach Anspruch 7, weiterhin mit einem im Kühlmittelweg (55) angeordneten Kühler (105), wobei der Widerstand (70) im Kühlmittelweg (55) zwischen dem Kühlmittelauslaßkanal (50) des Brennstoffzellenstapels (30) und dem Kühler (105) angeordnet ist.

10. Temperaturregelsystem nach Anspruch 8, weiterhin mit

(e) mindestens einer Leitung, die einen Kühlerumgehungsweg (110) für das Kühlmedium definiert;

(f) einem im Kühlmittelweg (55) angeordneten Umgehungsventil (100) zur Steuerung des Kühlmediumstromes zu dem Kühler (105) und dem Kühlerumgehungsweg (110).

11. Temperaturregelsystem nach Anspruch 8, weiterhin mit einem Luftströmungsmittel zur Bereitstellung eines Kühlluftstromes über den Kühler (105) zur Kühlung des Kühlmediums.

12. Temperaturregelsystem nach Anspruch 11, bei dem das Luftströmungsmittel folgendes umfaßt:

(a) ein nahe dem Kühler (105) angeordnetes Gebläse (115) zur Erzeugung eines Luftstromes über den Kühler (105); und

(b) ein Geschwindigkeitssteuermittel zur Veränderung der Geschwindigkeit des Gebläses (115).

13. Temperaturregelsystem nach Anspruch 11, bei dem das Luftströmungsmittel folgendes umfaßt:
- (a) eine nahe dem Kühler (105) angeordnete Klappe (120) zur Regulierung des Luftstromes über den Kühler (105); und
 - (b) ein Positionssteuermittel zur Steuerung der Positionierung der Klappe (120).
14. Temperaturregelsystem nach Anspruch 8, bei dem die Kühlmittelpumpe (130) im Kühlmittelweg (55) zwischen dem Kühler (105) und dem Kühlmittleinlaßkanal (45) des Brennstoffzellenstapels (30) angeordnet ist.
15. Temperaturregelsystem nach Anspruch 1, weiterhin mit
- (e) einem mit dem Brennstoffzellenstapel (30) verbundenen Wasserstoffversorgungssystem (145);
 - (f) einem mit dem Brennstoffzellenstapel (30) verbundenen Luftversorgungssystem (160), wobei das Wasserstoff- und das Luftversorgungssystem (145, 160) Betriebsmittel für Brennstoffzellenreaktionen zur Erzeugung der elektrischen Energie für den Elektromotor (15) bereitstellen, wobei durch die Brennstoffzellenreaktionen im Wasserstoff- und/oder Luftversorgungssystem (145, 160) Produktwasser entsteht.
16. Temperaturregelsystem nach Anspruch 15, bei dem das Kühlmedium aus dem Wasserstoff- und/oder Luftversorgungssystem (145, 160) aufgefangenes Produktwasser umfaßt.
17. Temperaturregelsystem nach Anspruch 8, weiterhin mit
- (e) einem mit dem Brennstoffzellenstapel (30) verbundenen Wasserstoffversorgungssystem (145);
 - (f) einem mit dem Brennstoffzellenstapel (30) verbundenen Luftversorgungssystem (160), wobei das Wasserstoff- und das Luftversorgungssystem (145, 160) Betriebsmittel für Brennstoffzellenreaktionen zur Erzeugung der elektrischen Energie für den Elektromotor (15) bereitstellen, wobei durch die Brennstoffzellenreaktionen im Wasserstoff- und

- Luftversorgungssystem (145, 160) Produktwasser entsteht.
18. - Temperaturregelsystem nach Anspruch 17, weiterhin mit einem Produktwasserauffangsystem zum
- 5 Auffangen von mindestens einem Teil des Produktwassers aus dem Wasserstoff- und/oder Luftversorgungssystem (145, 160).
19. Temperaturregelsystem nach Anspruch 18, bei dem das Wasserauffangsystem folgendes umfaßt:
- 10 (a) einen zur Aufnahme von Produktwasser aus dem Wasserstoff- und Luftversorgungssystem (145, 160) verbundenen Wasserbehälter (175);
- (b) eine Wasserpumpe (210) zum Pumpen von Wasser von dem Wasserbehälter (175) in den
- 15 Kühlmittelweg (55).
20. Temperaturregelsystem nach Anspruch 18, bei dem das Produktwasserauffangsystem folgendes umfaßt:
- (a) einen zur Aufnahme von Produktwasser aus dem Wasserstoff- und Luftversorgungssystem (145, 160)
- 20 verbundenen Wasserbehälter (175);
- (b) ein Wasserfiltersystem (205) zur Filterung von Wasser aus dem Wasserbehälter (175);
- (c) eine Wasserpumpe (210) zum Pumpen von gefiltertem Wasser von dem Wasserbehälter (175) in den
- 25 Kühlmittelweg (55).
21. Temperaturregelsystem nach Anspruch 7, weiterhin mit einem Temperaturfühler (255), der zur Erfassung von Kühlmitteltemperatur nahe dem Brennstoffzellenstapel (30) positioniert ist.
- 30 22. Temperaturregelsystem nach Anspruch 21, weiterhin mit einem Stromgeber (305), der zur Messung von von dem Brennstoffzellenstapel (30) fließendem elektrischen Strom angeordnet ist.
23. Temperaturregelsystem nach Anspruch 22,
- 35 weiterhin mit einem im Kühlmittelweg (55) angeordneten Kühler (105).
24. Temperaturregelsystem nach Anspruch 23, weiterhin mit einem Luftströmungsmittel zur

Bereitstellung eines Kühlluftstromes über den Kühler (105) zur Kühlung des Kühlmediums.

25. - Temperaturregelsystem nach Anspruch 24, bei dem das Luftströmungsmittel folgendes umfaßt:

- 5 (a) ein nahe dem Kühler (105) angeordnetes elektrisches Gebläse (115) zur Erzeugung eines Luftstromes über den Kühler (105); und
(b) ein Geschwindigkeitssteuermittel zur Veränderung der Geschwindigkeit des elektrischen
10 Gebläses (115).

26. Temperaturregelsystem nach Anspruch 24, bei dem das Luftströmungsmittel folgendes umfaßt:

- (a) eine nahe dem Kühler (105) angeordnete Klappe (120) zur Regulierung des Luftstromes über den
15 Kühler (105); und
(b) ein Positionssteuermittel zur Steuerung der Positionierung der Klappe (120).

27. Temperaturregelsystem nach Anspruch 22, weiterhin mit einem Steuermittel, das mindestens eine
20 im Kühlmittelweg (55) angeordnete Vorrichtung zur Vergrößerung oder Verminderung von Wärmeübertragung zwischen dem Kühlmedium und dem Brennstoffzellenstapel (30) enthält, wobei das Steuermittel auf den Temperaturfühler (255, 265) und/oder den Stromgeber
25 (305) zur Vergrößerung oder Verminderung der Wärmeübertragung reagiert.

28. Temperaturregelsystem nach Anspruch 27, bei dem die mindestens eine Vorrichtung ein
Geschwindigkeitssteuermittel zur Veränderung der
30 Geschwindigkeit der im Kühlmittelweg (55) angeordneten Kühlmittelpumpe (130) umfaßt.

29. Temperaturregelsystem nach Anspruch 27, bei dem die mindestens eine Vorrichtung folgendes umfaßt:

- (a) einen im Kühlmittelweg (55) angeordneten
35 Kühler (105); und
(b) ein Luftströmungsmittel zur Bereitstellung eines Kühlluftstromes über den Kühler (105) zur Kühlung des Kühlmediums.

30. Temperaturregelsystem nach Anspruch 29, bei dem das Luftströmungsmittel folgendes umfaßt:

- (a) ein nahe dem Kühler (105) angeordnetes elektrisches Gebläse (115) zur Erzeugung eines Luftstromes über den Kühler (105); und
- (b) ein Geschwindigkeitssteuermittel zur Veränderung der Geschwindigkeit des elektrischen Gebläses (115).

31. Temperaturregelsystem nach Anspruch 29, bei dem das Luftströmungsmittel weiterhin folgendes umfaßt:

- (a) eine nahe dem Kühler (105) angeordnete Klappe (120) zur Regulierung des Luftstromes über den Kühler (105); und
- (b) ein Positionssteuermittel zur Steuerung der Positionierung der Klappe (120).

32. Temperaturregelsystem nach Anspruch 27, bei dem die mindestens eine Vorrichtung folgendes umfaßt:

- (a) einen im Kühlmittelweg (55) angeordneten Kühler (105);
- (b) mindestens eine Leitung, die einen Kühlerumgehungsweg (110) für das Kühlmedium definiert;
- (f) ein im Kühlmittelweg (55) angeordnetes Umgehungsventil (100); zur Steuerung des Kühlmediumstromes von dem Kühlmittelauslaßkanal (50) des Brennstoffzellenstapels (30), zu dem Kühler (105) und dem Kühlerumgehungsweg (110).

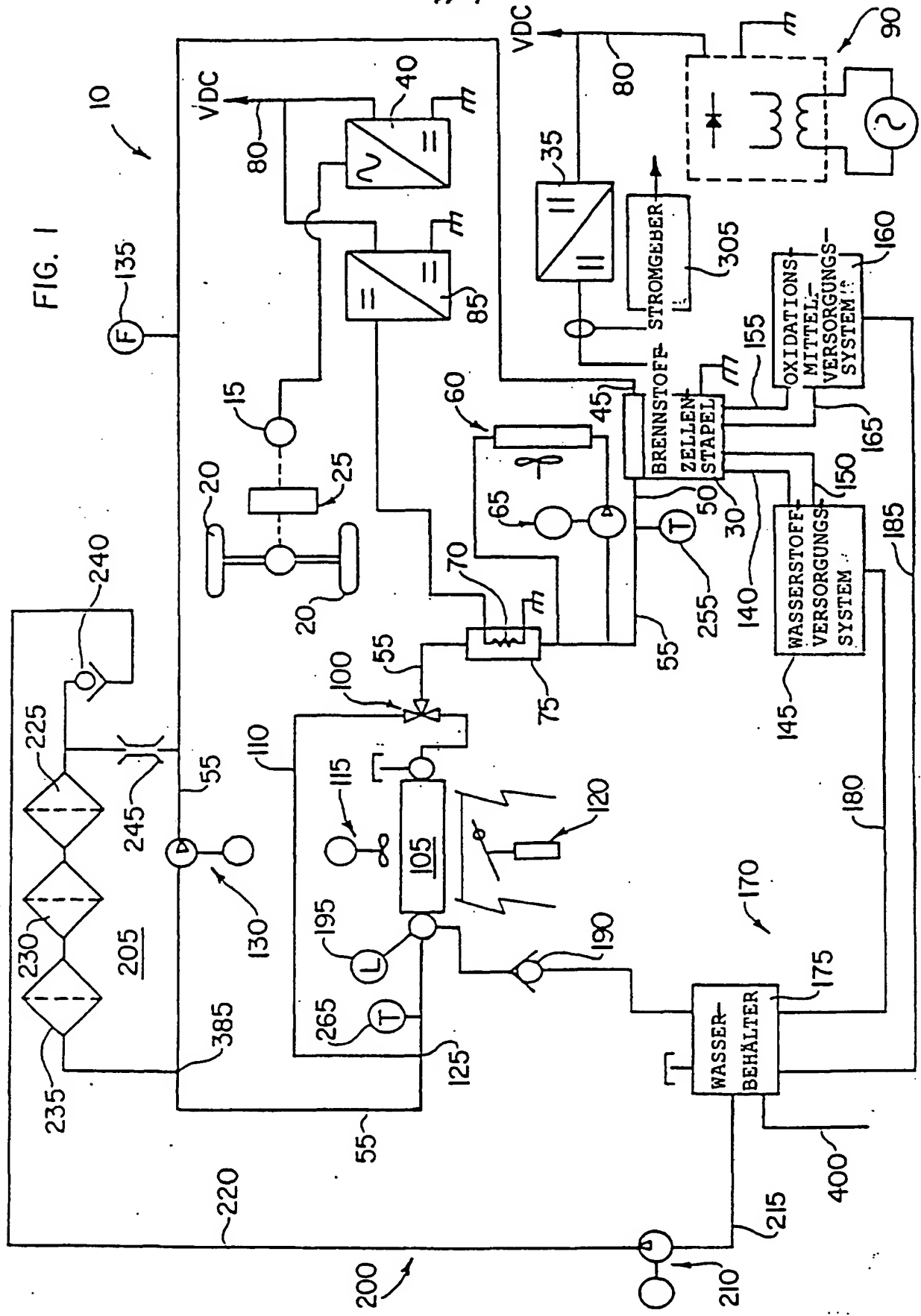
33. Temperaturregelsystem nach Anspruch 1, bei dem es sich bei dem Brennstoffzellenstapel (30) um einen Brennstoffzellenstapel mit festem Polymer handelt.

34. Temperaturregelsystem nach Anspruch 5, bei dem der Widerstand (70) unmittelbar vor Beendigung des Brennstoffzellenstapelbetriebs von dem Brennstoffzellenstapel (30) erzeugten elektrischen Strom erhält.

08.03.03

1/4

FIG. 1



08.02.00

2/4

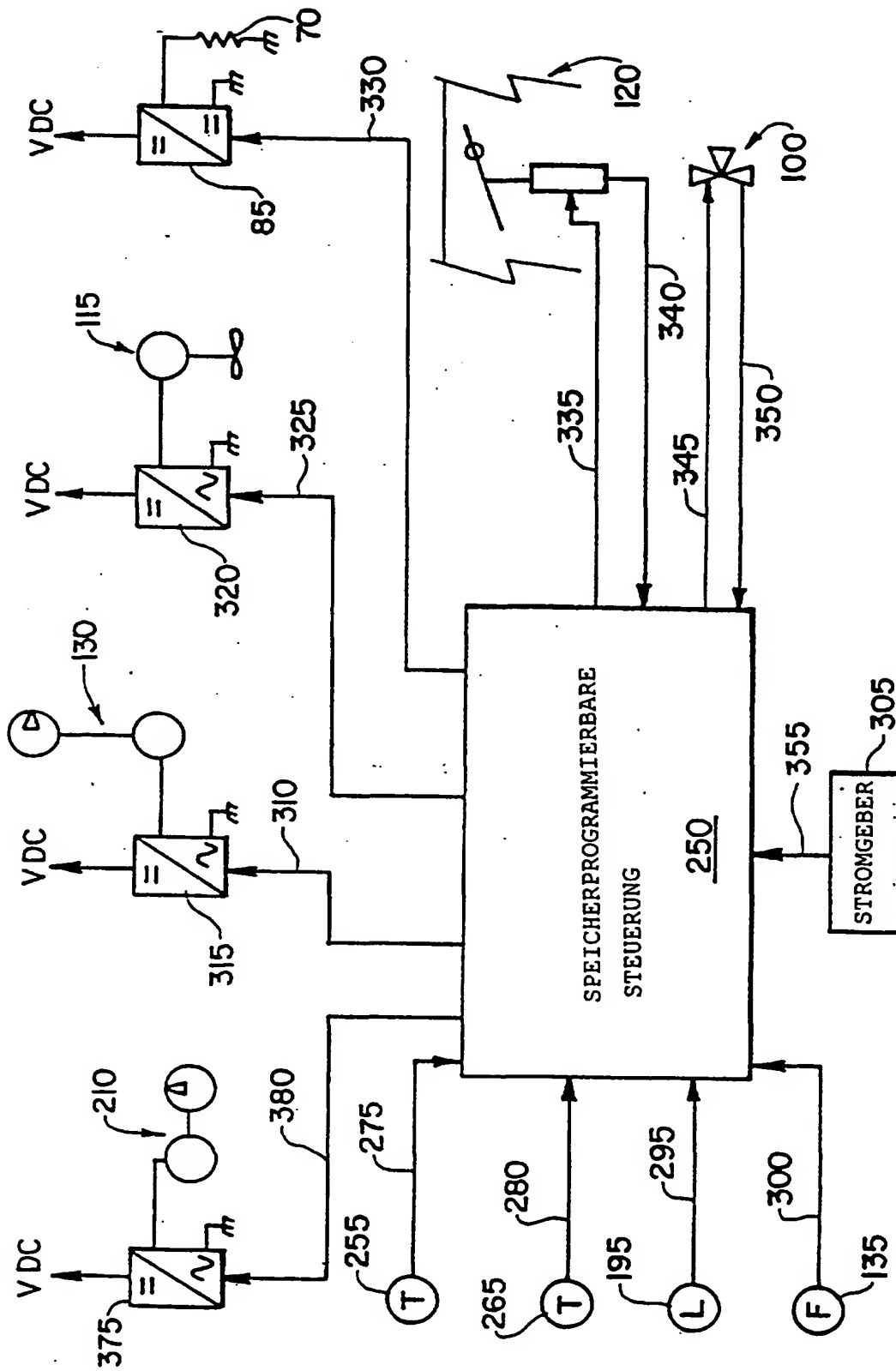


FIG. 2

08.00.00

3/4

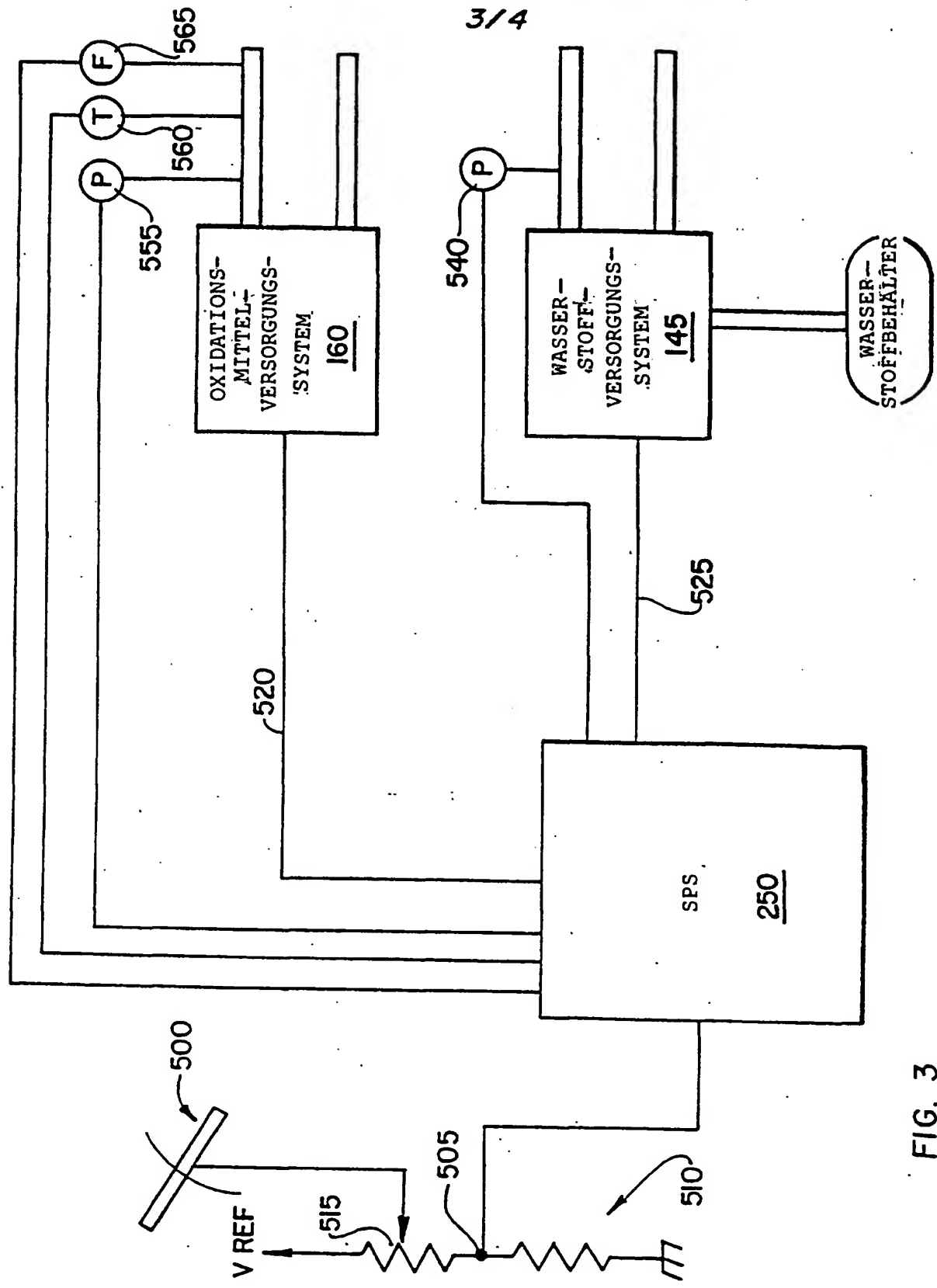


FIG. 3

08.02.00

4/4

FIG. 4

